

0-772956

На правах рукописи

Семенова Ольга Владимировна

**СТРУКТУРА И ДИНАМИКА
НАСЕЛЕНИЯ ЖУЖЕЛИЦ ПАРКОВОЙ ЗОНЫ
КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА
НА ПРИМЕРЕ НИЖНЕГО ТАГИЛА**

03.00.16 – экология



**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Екатеринбург - 2008

Работа выполнена в Институте экологии растений и животных
Уральского отделения Российской Академии Наук

Научный руководитель: кандидат биологических наук
Ольшванг Владимир Николаевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
Соромотин Андрей Владимирович
кандидат биологических наук
Лагунов Александр Васильевич

Ведущая организация: ГОУ ВПО Пермский государственный универ-
ситет

Защита состоится «9» декабря 2008 г. в 11 часов на заседании дис-
сертационного совета Д 004.005.01 при Институте экологии растений и
животных УрО РАН по адресу:

620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202

Факс: 8(343) 260-82-56

E-mail: common@ipae.uran.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института экологии
растений и животных УрО РАН

Автореферат разослан «8» ноября 2008 г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000438957

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор биологических наук

Пястолова О. А.

Актуальность темы. Постоянное увеличение площади территорий, подвергающихся антропогенному воздействию – основная тенденция сегодняшнего времени. Одна из составляющих этого процесса – рост числа городов, где наблюдается концентрация значительной части населения. Для городских территорий характерно создание совершенно особой среды, где рядом с человеком сосуществуют растительные и животные комплексы.

Беспозвоночные – один из важнейших компонентов городской фауны. Достаточно многочисленные группы населяют лесопарки, городские сады, скверы, газоны, а также стены и крыши домов, подвалы и квартиры. В качестве одной из наиболее интересных, многочисленных и достаточно легко определяемых групп можно рассматривать представителей семейства жужелицы (Coleoptera, Carabidae), достаточно часто используемых в качестве биоиндикаторов состояния окружающей среды. Установлен целый ряд закономерностей изменения карабидокомплексов лесных экосистем (Thiele, 1977; Грюнталь, 1983, 1993); агроценозов (Бельская и др., 2002); территорий, расположенных в зоне действия крупных промышленных предприятий (Некрасова, 1993; Ермаков, 2004). Значительное внимание уделяется изучению видового состава, экологических характеристик и спектра жизненных форм карабидоценозов городских и пригородных зон (Писарский, 1993; Молодова, Ряхова, 1993; Козырев, 1991; Булухто др., 2000, Venn S., 2007, Penev at al., 2008).

Показано, что фауна жужелиц города достаточно разнообразна и характеризуется присутствием видов, значительно преобладающих по численности (Хотулева, 1997; Булухто и др., 2000). Возможность сравнения карабидокомплексов лесных территорий, открытых пространств, агроценозов и промышленных зон позволяет выявить закономерности развития сообществ, находящихся в условиях значительного антропогенного стресса, а также предложить определенные пути, направленные на стабилизацию этих сообществ.

Цель исследования: охарактеризовать таксономическую, зоогеографическую и экологическую структуру населения жужелиц городских парков, испытывающих различную рекреационную нагрузку в сравнении с карабидоценозами лесной пригородной зоны.

Задачи исследования: 1. Изучить видовой состав населения жуе-

лиц городских парков Н.Тагила, выделить редкие виды и виды-доминанты. 2. Проанализировать распределение видов, обитающих в черте города по классам жизненных форм. 3. Выявить закономерности сезонной и многолетней динамики карабидокомплексов городских парковых территорий. 4. Дать сравнительную характеристику населения жуужелиц городских парков, испытывающих различную рекреационную нагрузку.

Научная новизна. Изучая структуру и многолетнюю динамику карабидоценозов городских парков Нижнего Тагила, относящегося к наиболее загрязненным городам России, мы впервые показали, что даже в начительного техногенного воздействия, видовое разнообразие жуужелиц в городе сопоставимо с пригородными местообитаниями. Кроме того, впервые для данного региона была показана реакция населения жуужелиц на значительную перестройку исследуемого городского биотопа, а также процесс изменения карабидофауны в последующие за рекреационным воздействием годы.

Теоретическое и практическое значение. Результаты проведенного исследования позволяют выявить особенности формирования экологических систем урбанизированных территорий в условиях антропогенного воздействия, способствуют уточнению уже имеющихся данных о карабидофауне, как удобном объекте для мониторинговых наблюдений. Представленный в работе список жуужелиц, отловленных в черте достаточно крупного промышленного города и в его окрестностях, может использоваться в работах, посвященных биоразнообразию.

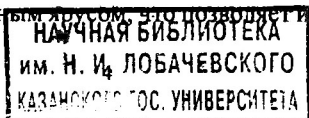
В целом, полученные материалы могут быть использованы в учебном процессе на биологических факультетах ВУЗов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Видовое разнообразие карабидоценозов городских парков сопоставимо с таковым в пригородных естественных местообитаниях, особенно в случае большой площади парка и наличия в нем разнообразных стаций.

2. Для всех городских местообитаний характерно значительное доминирование ограниченного количества видов, что свидетельствует о недостаточной устойчивости исследуемых сообществ.

3. Во всех городских парках наблюдается значительное преобладание видов жуужелиц, относящихся к классу зоофагов, жизнедеятельность которых связана с почвенными животными, что позволяет им вести более скры-



тый образ жизни и в меньшей степени испытывать последствия рекреационного воздействия.

4. Сезонная динамика населения жужелиц преимущественно обусловлена температурой окружающего воздуха.

5. Общая динамика активности карабидокомплексов исследуемых участков совпадает с изменением численности видов доминантов.

6. Рекреационные нагрузки, сопровождающиеся сменой растительной ассоциации и значительным нарушением почвенного покрова, вызывают полную смену видового состава сообщества жужелиц.

7. Сообщества жужелиц городских парковых зон характеризуются меньшей выравненностью, а, следовательно, и меньшей стабильностью, чем карабидокомплексы лесных пригородных зон.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на конференциях молодых ученых Института экологии растений и животных УрО РАН (Екатеринбург, 1997, 1998); на I и II Всероссийских научно-практических конференциях «Экология промышленного города и экологическое образование» (Нижний Тагил, 2004, 2008); на I Международной научно-практической конференции «Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды» (Челябинск, 2006).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 работ.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 6 глав, выводов и приложения. Диссертация изложена на ~~111~~ машинописных страницах, включает ~~24~~ рисунков и ~~16~~ таблиц. Список использованной литературы включает ~~129~~ работ, в том числе ~~24~~ на иностранных языках.

Глава 1. Физико-географическая характеристика района исследования

В главе приведена информация о географическом положении Нижнего Тагила, являющегося крупным промышленным центром Среднего Урала (в городской черте сосредоточено около 50 промышленных предприятий). Отмечается, что площадь современного Нижнего Тагила составляет 298 км², в городе проживает 394 тысячи человек.

Показано, что климат Нижнего Тагила резко континентальный: лето умеренно теплое, зима морозная и снежная. Продолжительность холодно-

го периода со среднесуточной температурой ниже 0°C составляет 180 суток; среднее начало выпадения снега – 14 ноября, а начало его таяния – 24 апреля. Абсолютный минимум температур достигает – 48 °C, абсолютный максимум составил +37°C. Средняя температура самого холодного месяца – января –16,3 °C, самого теплого – июля – +16,3°C. Господствующие ветры – западные и северные («Климат Нижнего Тагила», 1984).

На температурный режим в городе существенное влияние оказывают водные объекты, жилые строения, а так же «горячие» производства, находящиеся в городе. Поэтому в разных частях города температура в одно и тоже время неодинакова.

Была изучена карабидофауна четырех участков, три из которых расположены в городских парках, и один – в пригородной зоне.

Участки 1,2,3 – городские парки, находящиеся в различных частях города. Различаются площадью (20 га – 33,9 га – 24 га соответственно), видовым составом растительности, степенью освещенности и увлажнения.

В ходе проведения исследования, на участке 1 наблюдалось усиление рекреационного воздействия, связанное со значительным увеличением количества людей, посещающих изучаемую зону. Территория участка 2 была подвергнута существенной реконструкции: здесь были вырублены практически все деревья и кустарники, а на краю участка размещена детская игровая площадка. Процесс вырубки сопровождался значительным нарушением почвенного покрова.

Участок 4. Лесной массив, расположенный в пригороде, недалеко от поселка Старатель. Участок характеризуется минимальным уровнем рекреационной нагрузки (единичные случаи посещений).

Глава 2. Материал и методика

Изучались представители семейства жужелиц (Carabidae), относящихся к подотряду Adepaga (плотоядные) отряда жесткокрылых (Coleoptera). Это одно из крупнейших семейств царства животные, объединяющее в пределах бывшего СССР примерно 3100 видов (Kryzhanowskij O.L., Belousov I.A. at all., 1995).

Исследование населения жужелиц проводилось нами в течение 1996–1997 гг., а затем в 2001–2004 гг. Для отлова использовались моди-

фикации ловушек Барбера – 0,5 л пластиковые стаканы, расположенные по 10 штук в линии. В качестве фиксатора использовался 20 % раствор уксусной кислоты. Выемка материала производилась 1 раз в неделю.

За период исследования было отловлено 9068 экземпляров жужелиц. Время экспозиции ловушек составило около 10 670 ловушко-суток.

При характеристике обилия видов в различных биотопах было принято следующее деление: более 5 % – доминантные, от 1 % до 5 % – субдоминантные, менее 1 % – редкие (Mossakowski, 1970). Динамическая плотность жужелиц выражена в числе экземпляров на 10 ловушко-суток.

Зоогеографическая характеристика видов была дана на основании литературных данных (Kryzhanowskij O.L., Belousov I.A. at all., 1995). Классификация жужелиц по предпочитаемому биотопу (экологическая характеристика) базировалась на работах ряда авторов (Шарова, 1971; Арнольди и др., 1972; Шарова, Матвеева, 1974; Thiele, 1977; Хотулева, 1997; Воронин, 1999; Булухто, Короткова, Чарина, 2000). Определение жизненных форм имаго жужелиц было проведено по системе, разработанной И.Х. Шаровой (1981).

Для сравнения биотопов по видовому разнообразию применялся индекс видового разнообразия Шеннона (H) и величина выравненности (E) (Мэгарран, 1992). Сравнение карабидофауны различных биотопов проводилось с использованием коэффициента фаунистического сходства Жаккара (Песенко, 1982). Данные о климатических факторах (температуре воздуха и количестве осадков), определяющих ход сезонной и многолетней динамики населения жужелиц, были получены на метеостанции поселка Зональный. При статистической обработке данных использовались корреляционный и регрессионный анализы.

Глава 3. Эколого-фаунистический обзор населения жужелиц городских парковых территорий и пригородной зоны

В главе приведен аннотированный список жужелиц городских парков и пригородной зоны Нижнего Тагила с указанием зоогеографической группы, отношения к влажности, предпочитаемого местообитания и обилия.

1	<i>Carabus granulatus</i> L.	+++	25	<i>Pt. magus</i> Esch.	+
2	<i>C. aeruginosus</i> F.-W.	+	26	<i>Pt. aethiops</i> Pz.	+
3	<i>C. schoenherri</i> F.-W.	+	27	<i>Pt. uralensis</i> Motsch.	+
4	<i>C. convexus</i> F.	+	28	<i>Pt. mannerhaimi</i> Dej.	++
5	<i>C. regalis</i> F.-W.	+++	29	<i>Platinus assimile</i> Pk.	+
6	<i>Cychrus caraboides</i> L.	+	30	<i>Agonum fuliginosum</i> Pz.	++
7	<i>Nebria rufescens</i> Stroem.	+	31	<i>Synuchus vivalis</i> Pk.	+
8	<i>Leistus ferrugineus</i> L.	+	32	<i>Calathus melanoceph.</i> L.	+
9	<i>Notiophilus aquaticus</i> L.	+	33	<i>Amara aenea</i> Deg.	+
10	<i>N. palustris</i> Duft.	+	34	<i>A. ovata</i> F.	++
11	<i>N. biguttatus</i> F.	+	35	<i>A. eurynota</i> Pz.	+
12	<i>N. reitteri</i> Spaeth.	+	36	<i>A. A. communis</i> Pz.	+++
13	<i>Loricera pilicornis</i> F.	++	37	<i>A. brunnea</i> Gyll.	+
14	<i>Dyschiriodes</i> sp.	+	38	<i>A. municipalis</i> Duft.	+
15	<i>Clivina fossor</i> L.	+	39	<i>A. apricaria</i> Pk.	+
16	<i>Trechus secalis</i> Pk.	+++	40	<i>A. sp.</i>	++
17	<i>Bembidion lampros</i> Hbst.	+	41	<i>Curtonotus gebleri</i> Dej.	++
18	<i>Bembidion tetracolum</i> Say.	+	42	<i>Harpalus latus</i> L.	++
19	<i>Patrobis atrorufus</i> Stroem.	+	43	<i>H. tardus</i> Pz.	+
20	<i>Poecilus versicolor</i> Sturm.	+++	44	<i>H. affinis</i> Schrnk.	+
21	<i>Pterostichus niger</i> Schall.	++	45	<i>H. quadripunctatus</i> Dej.	+
22	<i>Pt. strenuus</i> Pz.	+	46	<i>H. rufipes</i> Deg.	++
23	<i>Pt. oblongopunctatus</i> F.	+++	47	<i>Anisodactylus binotatus</i> F.	+
24	<i>Pt. melanarius</i> Ill.	+++	48	<i>Badister bullatus</i> Schrank.	+

Примечание: +++ - доминантные виды, ++ - субдоминантные виды; + - редкие виды. Подчеркнуты виды, встречающиеся только в лесной зоне.

Глава 4. Структура карабидоценозов городских парковых территорий

За период проведения исследований на территории Н. Тагила и в прилегающих к нему пригородных участках нами было учтено 6875 экз. жувелиц, относящихся к 48 видам. Редкие виды, включенные в федеральную или региональную Красные книги не встречались. Наиболее разнообразно были представлены виды, относящимся к родам *Pterostichus*, *Amara*, *Carabus*, *Harpalus*.

В ходе исследования было установлено, что количество видов в пригородной зоне (24) и на территории городских парков (28 – 32) примерно одинаково. Однако значительно различается видовой состав жукелиц различных участков, видовой состав доминантов и степень доминирования отдельных видов. Интересно, что количество видов, обнаруженных в парковых зонах Нижнего Тагила (32 вида), вполне сопоставимо с данными отловов в парках и скверах г. Саранска – 35 видов (Шарова, Киселев, 1999) и г. Орехово-Зуево – 41 вид (Хотулева, 1997). В то же время, исследования по Туле (Булхто, Короткова, Чарина, 1999, 2000), Новосибирску (Козлов, 1990), Екатеринбург (Козырев, 1991; Зиновьев, 1996) показывают, что в крупных городских агломерациях количество видов жукелиц значительно больше (66 видов – 102 вида – 131 вид соответственно). Предположительно, это связано не столько с размерами самого города, сколько с многообразием различных местообитаний, характеризующихся специфическими микроклиматическими особенностями, что напрямую влияет на видовую структуру сообщества.

Несмотря на достаточно большое видовое разнообразие жукелиц в черте города, основу карабидоценозов составляет ограниченное количество видов, что подтверждается нашими исследованиями. Преобладающими для городских парков являются, в основном, виды, предпочитающие открытые пространства (*Poecilus versicolor* Sturm., *A. ovata* F.), а также лесные виды (*Carabus granulatus* L., *Trechus secalis* Pk., *Pt. oblongopunctatus* F., *Pt. melanarius* Ill.).

Сравнение городских территорий и пригородной зоны с помощью коэффициента видовой фаунистической общности (коэффициент Жаккара) (Песенко, 1982), показало, что наибольшее сходство проявляют участки 1 и 2 (0,76), а также 2 и 3 (0,74).

При анализе зоогеографической структуры населения жукелиц исследованных ценозов было установлено, что как в парках Нижнего Тагила, так и в пригородной зоне и по видовому, и по численному обилию преобладает группа транспалеарктических видов. В парках на долю данной группы приходится более 70 % видового и численного обилия. В пригороде транспалеарктиками является только 45,8 % видов, однако в численном отношении это составляет примерно те же 70 %. Значительна

по количеству видов европейско-сибирская группа. Остальные группы представлены 1–2 видами и малочисленны.

Наиболее разнообразна зоогеографическая структура населения жу-желиц пригорода и парка 2, наиболее сходного по целому ряду признаков с лесной территорией.

По приуроченности жу-желиц к наиболее типичным биотопам выделено 8 экологических групп. Установлено, что по видовому обилию в парковых насаждениях преобладают лугово-полевая (28,6 – 31,25 %) и лесная (15,6 – 25,8 %) группы. Интересно, что подобная картина сохраняется для всех городских парков – первое место приходится на долю лугово-полевых, второе – лесных и третье – лесо-болотных (участки 2 и 3) и луговых (участок 1) видов. В лесной зоне большая часть видов приходится на долю лесной (50 %) и лесо-болотной (16,7 %) групп, что естественно. Единично в городе представлены береговые и полевые виды, вообще отсутствующие в лесу.

Несмотря на то, что, на долю эврибионтной группы в городе приходится от 7,1 % до 9,7 % видового обилия, она является наиболее массовой по численности. Это связано с присутствием в данной группе *Pt. melanarius* Ill. – наиболее массового вида большинства парковых биотопов. Также в численном отношении в парках 2 и 3 выделяются лесная и лесо-болотная группы, наиболее адаптированные к сложившимся на парковых газонах условиям. Исключение составляет участок 1, где количество лесных видов невелико (6,8 %), зато многочисленна лугово-полевая группа (27 %).

В лесу (участок 4) наиболее массовой по численности является лесная группа (52,3 %), далее следуют лесо-луговые (20,3 %) и эврибионтные (19,2%) виды.

Установлено, что на всех городских участках наблюдается доминирование ограниченного количества видов жу-желиц – *Pterostichus melanarius* Ill., *Poecilus versicolor* Sturm., *Trechus secalis* Pk., *Carabus granulatus* L., *Pterostichus oblongopunctatus* F., *Amara communis* Pz. и *Amara ovata* F. Все эти виды можно считать супердоминантами – степень доминирования от 15 до 68 %.

В лесной зоне, к доминирующим в городе *Pterostichus melanarius* Ill. и *Pterostichus oblongopunctatus* F., добавляются *Curtonotus gebleri* Dej., *Carabus regalis* Fisch. и *Harpalus latus* L. В то же время, на лесном участке степень доминирования не так значительна и не превышает 30 % (табл. 1).

Таблица 1.

Степень доминирования (в %) отдельных видов жужелиц
г. Нижнего Тагила и пригородной зоны (1996-1997 гг.)

Виды	1996				1997			
	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
<i>Pterostichus melanarius</i> Ill.	68	44	44	14	49,5	24	37,4	22
<i>Pt. oblongopunctatus</i> F.	0,9	4	–	15	1,8	13	2	33
<i>Poecilus versicolor</i> Sturm.	15	1,3	0,4	–	15,3	1,1	0,2	–
<i>Trechus secalis</i> Pk.	4,6	20	8,9	9	4,2	33	15	3
<i>Carabus granulatus</i> L.	0,2	17	21,7	–	–	15	20,4	–
<i>Carabus regalis</i> Fisch.	–	0,2	–	13,4	–	0,3	–	12
<i>Amara ovata</i> F.	1,3	0,2	4,6	–	9	0,2	5	–
<i>Amara communis</i> Pz.	0,2	–	1,1	0,3	5,7	1,5	10	0,8
<i>Curtonotus gebleri</i> Dej.	0,2	0,6	0,5	14	0,2	1,4	0,1	1,6
<i>Harpalus latus</i> L.	–	0,3	1,1	10,4	4,8	0,9	0,7	8

Значительное преобладание на всех городских участках ограниченного количества видов приводит к тому, что величина индекса Шеннона для пригородной зоны выше и составляет 2,17. Так как величина выравненности связана с видовым разнообразием напрямую, то меньшее значение индекса, полученное для городских парков, указывает на более низкую выравненность.

**Изменение карабидофауны городских и пригородных территорий
под действием рекреационной нагрузки**

Исследование карабидофауны участков 1 и 2 проводилось как до, так и после рекреационного воздействия различной силы и продолжительности. Усиление рекреационного воздействия привело к уменьшению количества видов и родов жужелиц, причем более значительным это снижение было на участке 2, испытывающим наибольшую антропогенную

нагрузку. В то же время, на обоих участках произошло увеличение доли родов *Poecilus* и *Amara*.

Одновременно со снижением видового разнообразия произошла смена состава доминирующих видов. Если в 1997 году на участке 1 степень доминирования *Pt. melanarius* составляет 49,5 %, то в 2003 году на его долю приходится только 19,2 %, а в 2004 году – 11,2 %. В то же время, степень доминирования сорного вида *A. ovata* возросла с 9 % в 1997 году до 50,5 % в 2004 г. Также возросла доля такого вида, как *P. versicolor* (с 15,5 % в 1997 г. до 21,2 % в 2003 г.) (рис.1).

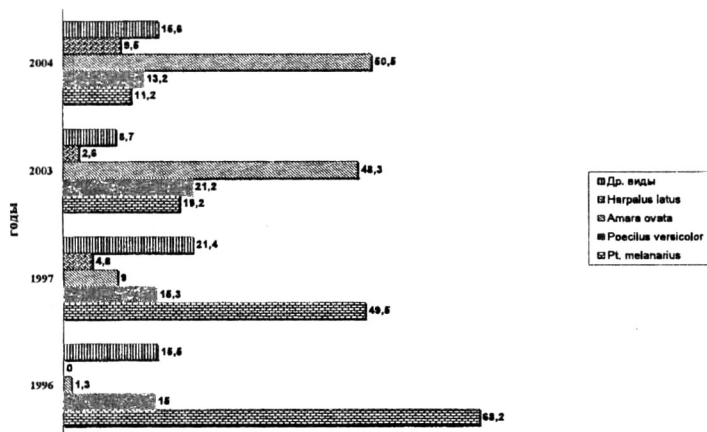


Рис. 1. Степень доминирования отдельных видов жуужелиц участка 1

Подобная картина наблюдалась и на участке 2 (рис.2). В 1997 году наблюдалось значительное доминирование эвритопных *Pt. melanarius* (24 %) и *T. secalis* (33 %), а также лесных *C. granulatus* (15 %) и *Pt. oblongopunctatus* (13 %). Однако, в 2002 году, после существенного рекреационного воздействия, доминировать стали лугово-степной *P. versicolor* (61,3 %) и полевые *A. ovata* (16,65 %) и *A. communis* (6,4 %). Подобная смена комплекса лесных и эвритопных видов видами, предпочитающими открытые пространства, вполне естественна и объясняется существенной трансформацией растительного сообщества изучаемого участка, изменением степени увлажнения и уменьшением числа убежищ в результате вытаптывания.

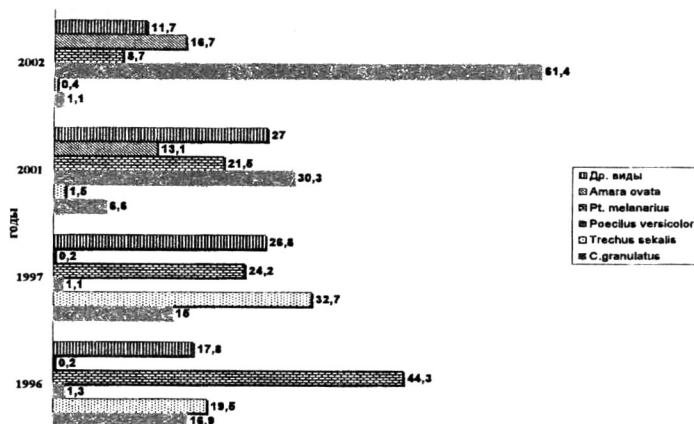


Рис.2. Степень доминирования отдельных видов жуужелиц участка 2

На обоих участках, как до, так и после рекреационного воздействия, преобладает группа транспалеарктических видов, на долю которых приходится более 70 % всей карабидофауны парков. Достаточно широко представлены европейско-сибирские виды (11,1 % – 22,7 %). Усиление рекреационного воздействия на участках 1 и 2 приводит к увеличению числа транспалеарктических видов, хотя для видов европейско-сибирской группы подобной тенденции не выявлено. Кроме того, результатом перестройки участка 2, стало исчезновение таких малочисленных по видовому обилию групп, как голарктическая, западно-палеарктическая, уральская и европейская.

Установлено, что на участке 1 до усиления степени рекреации преобладали жуужелицы, относящиеся к лугово-полевой группе (видовое обилие более 30 %). Второй по количеству видов была лесная, третьей – луговая группы. В то же время, в парке 2 первое место занимали лесные, а второе – лугово-полевые виды. Усиление антропогенного воздействия привело к тому, что на обоих участках количество лесных видов уменьшилось, а доля лугово-полевой группы стала еще больше. Так как степень воздействия на участке 1 была менее значительной и периодической, доминантная группа здесь осталась прежней. Интересно, что в первое время после усиления рекреационной нагрузки, в обоих парках произошло некоторое увеличение количества видов – эврибионтов.

Глава 5. Соотношение классов жизненных форм населения жу- желиц городских и пригородных местообитаний

Анализ спектра жизненных форм населения жужелиц Н. Тагила пока-
зал значительное преобладание класса зоофагов, представленного 5 груп-
пами. В городских парках на их долю приходится 61,5 %, в пригороде –
79,2 % видового обилия.

Наиболее обильной группой для городских территорий являются мик-
софитофаги геохортобионты гарпалоидные (33,3 %), представленные пре-
имущественно видами родов *Amara* и *Harpalus*. На втором месте предста-
вители группы зоофагов стратобионтов поверхностно-подстилочных (30,8
%), куда относятся супердоминанты городских парков *Poecilus versicolor*
Sturm. и *Pt. melanarius* III. Эта же группа доминирует в пригородной зоне
(45,8 %), представлена различными видами рода *Pterostichus*. Интересно,
что для лесной территории характерно равное видовое обилие крупных
эпигеобионтов ходячих (виды рода *Carabus*), стратобионтов подстилочных
(*Trechus secalis* Pk., *Nebria rufescens* Stroem., *Synuchus vivalis* Pk. и т. д.) и
геохортобионтов гарпалоидных (*Curtonotus gebleri* Dej., *Harpalus latus* L.).

Таблица 2.

Соотношение классов жизненных форм населения жужелиц различных местообитаний г. Нижний Тагил до и после рекреационного воздействия (%)

Жизненные формы	Участок 1				Участок 2				Участок 4 2005	
	1997		2004		1997		2002		ВО	ЧО
	ВО	ЧО	ВО	ЧО	ВО	ЧО	ВО	ЧО		
Зоофаги										
1. Эпигеобионты ходящие, крупные	3,6	0,05	4,5	0,6	7,4	15,3	12,5	1,1	27,3	7
2. Стратобионты - скважники, поверхностно- подстилочные	21,4	2,6	27,3	2,6	22,2	3,8	-	-	-	-
3. Стратобионты - скважники, подстилочные	21,4	7,3	18,2	2	18,5	34,3	12,5	0,4	-	-
4. Стратобионты зарывающиеся, подстилично- почвенные	14,3	66,7	9,1	24,3	22,2	40,5	25	70	45,5	84,6
5. Геобионты роющие Миксофитофаги	7,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего	67,8	76,9	59,1	29,6	70,3	94	50	71,4	72,8	91,6

6. Стратобионты - скважники	3,6	1	-	-	-	-	-	-	9,1	0,8
7. Стратохортобионты	3,6	1,3	4,5	1	3,7	1,1	12,5	3,4	-	-
8. Геохортобионты гарпалойдные	25	20,8	36,4	69,4	25,9	4,9	37,5	25	18,2	6,2
Всего:	32,2	23,1	40,9	70,4	29,7	6	50	28,4	27,3	7

Примечание: ВО – видовое обилие (%), ЧО – количественное обилие (%), «-» - отсутствие группы.

В случае усиления рекреационного воздействия на участках 1 и 2 наблюдается смещение спектра жизненных форм в сторону увеличения доли миксофитофагов, особенно подкласса геохортобионтов, то есть обитателей почвы и травостоя. Вероятно, подобная смена связана с уплотнением верхних слоев почвы в результате вытаптывания и ухудшением условий существования и питания отдельных групп зоофагов. Показательно, что подобную тенденцию наблюдали Хотько с соавторами (1993), которые отмечают увеличение доли миксофитофагов в 6 – 8 раз на освоенных территориях (пойменные луга, поля многолетних трав) (табл. 2).

Глава 6. Динамика населения жуужелиц ряда городских территорий и пригородной зоны.

Установлено, что ход сезонной динамики населения жуужелиц городских участков отличается от такового на фоновых территориях, что, может быть показано на примере участков 1 и 4 (рис. 3).

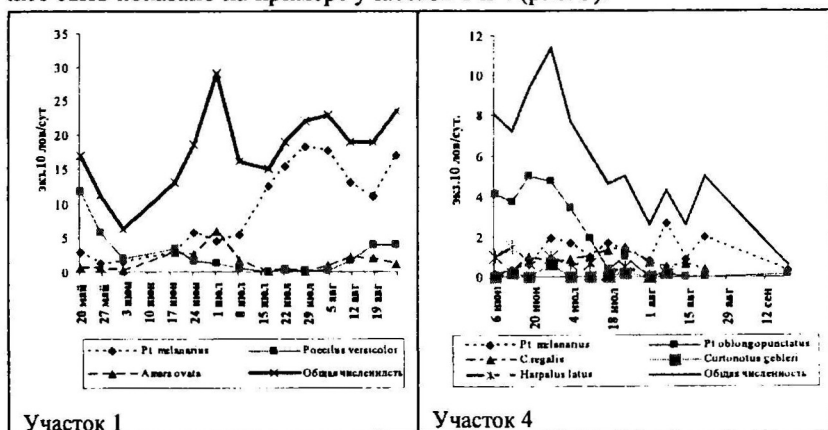


Рис. 3. Сезонная динамика численности населения жуужелиц участков 1 и 4 (1997 г.)

Для всех городских парков характерны выраженные многократные подъемы и спады обилия ряда видов, что указывает на достаточно эффективное максимальное использование различными видами жуужелиц жизненного пространства и пищевых ресурсов на протяжении всего весенне-летнего периода. Чаще всего наиболее значительные из них – «ранний летний», приходящийся на вторую половину июня, и «осенний» – августовский. Подобная картина обусловлена закономерной сменой активности видов с весенним и осенним типами размножения, а также постоянным присутствием в сообществе видов с мультисезонным размножением. В то же время, каждый городской биоценоз характеризуется собственными особенностями динамики численности, обусловленными различиями микроклиматических условий, а также разным спектром видов-доминантов. Однако, как для городских, так и для пригородных участков, характерна зависимость общей сезонной динамики от динамики видов, имеющих значительную величину доминирования.

Таблица 3.

Зависимость численности карабидофауны различных биотопов г. Н. Тагила от погодных факторов (1997 г.)

Биотоп	Погодный фактор	К-т множеств. регрессии R	R ²	P
Участок 1	1. Сумма факторов.	0,59	0,35	0,37
	2. Ср. температура периода учета.	0,51	0,26	0,36
	3. Количество осадков	0,12	0,01	0,68
Участок 2	1. Сумма факторов.	0,73	0,54	0,08
	2. Ср. температура периода учета.	0,73	0,54	0,03
	3. Количество осадков	0,32	0,1	0,25
Участок 3	1. Сумма факторов.	0,87	0,76	0,01
	2. Ср. температура периода учета.	0,87	0,76	0,001
	3. Количество осадков	0,46	0,21	0,1

Участок 4	1. Сумма факторов.	0,48	0,23	0,68
	2. Ср. температура периода учета.	0,46	0,22	0,51
	3. Количество осадков	0,001	0	0,99

При анализе связи сезонных изменений численности жужелиц с изменением ряда погодных факторов результаты регрессионного анализа (табл. 3) показали, что такая связь неоднозначна на разных исследуемых участках. Не была выявлена зависимость между сезонными колебаниями численности жужелиц и действием погодных факторов на участках 1 и 4. На участке 1 это может быть связано с близостью достаточно крупного водоема, (парк находится на берегу Нижнетагильского пруда), который сглаживает колебания температуры и уровень влажности. Участок 4 – лесной массив в пригороде, а, как известно климатические условия в лесной зоне более стабильны (Шовен, 1970). В то же время наблюдается достаточно сильная (участок 2, 3) зависимость изменений численности карабидофауны от средней температуры, так как температура напрямую влияет на степень активности взрослых особей. Не выявлена зависимость между динамикой численности жужелиц и количеством выпадающих осадков.

Общая динамика численности населения жужелиц сообществ, подвергшихся рекреационному воздействию, иная. Во-первых, наблюдается смена видов-доминантов и изменение степени доминирования для ряда видов, часто весьма существенное, что напрямую проявляется в динамических показателях. Во-вторых, наблюдается только одно резкое увеличение обилия жужелиц на фоне незначительных колебаний их численности в течение сезона. Вероятно, это является приспособлением сообщества к рекреационному прессу, т.к. вполне возможно, что максимальное обилие отражает наиболее оптимальный для доминирующих видов жужелиц период, который для каждого сообщества свой. В то же время, как до, так и после рекреационного воздействия, общая динамика численности сообщества напрямую связана как с динамикой видов – доминантов, так и с климатическими факторами (в большей степени с температурой).

Многолетняя динамика численности населения жуужелиц ряда городских местообитаний

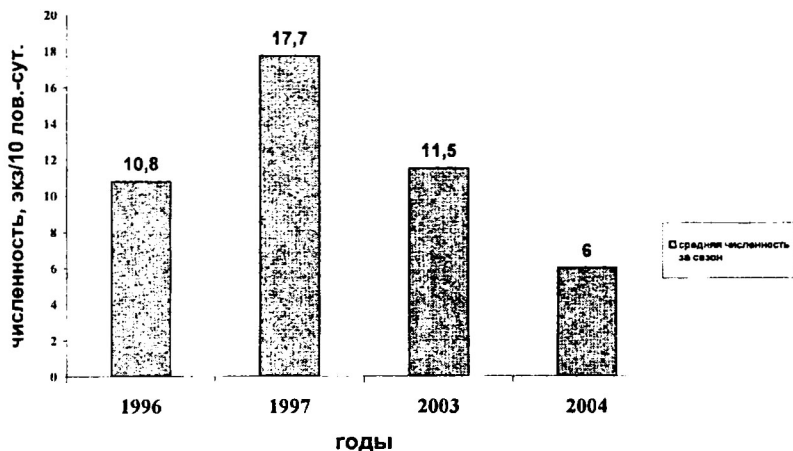


Рис. 4. Многолетняя динамика численности карабидофауны участка 1

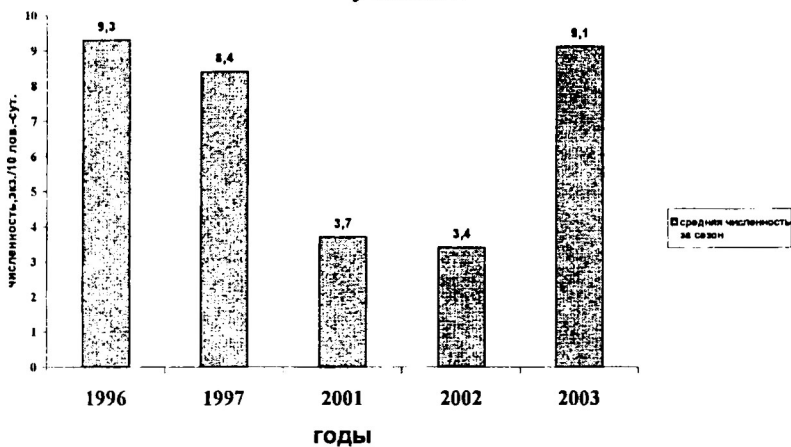


Рис. 5. Многолетняя динамика численности карабидофауны участка 2

Средняя численность жуужелиц в городских парках изменяется по годам, причем данные изменения носят характер популяционных волн, хорошо выраженных в случае длительного периода наблюдений (рис. 4,5). Для одного из местообитаний (участок 2), можно определить даже прибли-

зительную продолжительность волны численности, составляющую около 8 лет, хотя, возможно, подобные волнообразные колебания связаны с антропогенным воздействием, имевшим место на данном участке в 1999 году и с дальнейшим восстановлением измененного сообщества (Семенова, 2003). В то же время, в одном сезоне, численность жуков на разных участках меняется по-разному. Так, в 1997 году, на участке 1 наблюдался значительный подъем численности, а на участке 2 наметился ее спад. В 2003 году на участке 1 наблюдается снижение численности представителей семейства Carabidae, а на участке 2 значительное ее увеличение.

Таблица 4.

Зависимость численности населения жуужелиц городских парков от климатических факторов

Участок	Год	Климатические факторы	r^2	Уравнение множественной регрессии
Участок 1	текущий	t (ср.), кол-во осадков/сезон	0,94	$Y = (59,28 \pm 12,16) - (2,63 \pm 0,98) \cdot tsr - (2,84 \pm 3,43) \cdot Q$
		t (макс.) t (мин.)	0,99	$Y = (94,69 \pm 13,68) - (5,45 \pm 1,3) \cdot t_{max} + (3,84 \pm 1,71) \cdot t_{min}$
		Кол-во осад./сезон	0,51	$Y = (34,28 \pm 15,8) - (8,21 \pm 5,65) \cdot Q$
	предыдущий	t (ср.), кол-во осадков/сезон	0,7	$Y = (6,58 \pm 20,45) + (4,69 \pm 3,05) \cdot tsr - (26,64 \pm 18,46) \cdot Q$
		t (макс.) t (мин.)	0,99	$Y = (132,55 \pm 15,61) - (12,25 \pm 1,45) \cdot t_{max} + (16,09 \pm 1,79) \cdot t_{min}$
		Кол-во осад./сезон	0,01	$Y = (14,82 \pm 25,56) - (1,43 \pm 10,92) \cdot Q$
Участок 2	текущий	t (ср.), кол-во осадков/сезон	0,65	$Y = (-12,6 \pm 11,73) + (1,32 \pm 0,87) \cdot tsr + (0,32 \pm 0,43) \cdot Q$
		t (макс.) t (мин.)	0,63	$Y = (-32,89 \pm 26,86) + (2,83 \pm 2,56) \cdot t_{max} - (2,11 \pm 3,38) \cdot t_{min}$
		Кол-во осад./сезон	0,26	$Y = (4,86 \pm 2,35) + (0,49 \pm 0,5) \cdot Q$
	предыдущий	t (ср.), кол-во осадков/сезон	0,05	$Y = (12,29 \pm 24,4) - (0,47 \pm 1,86) \cdot tsr + (0,21 \pm 0,74) \cdot Q$
		t (макс.) t (мин.)	0,51	$Y = (-38,19 \pm 36,92) + (4,63 \pm 3,35) \cdot t_{max} - (5,96 \pm 4,15) \cdot t_{min}$
		Кол-во осад./сезон	0,02	$Y = (6,22 \pm 2,69) + (0,14 \pm 0,57) \cdot Q$

Примечание: t_{sr} – среднесезонная температура; t_{max} – средняя максимальная температура за сезон; t_{min} – средняя минимальная температура за сезон; Q – количество осадков за сезон

Результаты множественного регрессионного анализа зависимости численности населения жуужелиц городских парков от климатических факторов (табл. 4) показывают, что наибольшее влияние на многолетнюю динамику численности населения жуужелиц городских парков оказывают величины максимальной и минимальной температур, причем достаточно значимы температуры не только текущего, но и предыдущего сезонов. Количество выпадающих осадков практически не влияет на показатели динамики.

Следует отметить, что климатические факторы в большей степени определяют многолетнюю динамику жуужелиц на участке 1. Одной из возможных причин этого может быть периодическое выкашивание газонов данного парка, что препятствует формированию высокого травостоя, а, следовательно, не позволяет растениям сглаживать резкие температурные колебания.

ВЫВОДЫ

1. При сравнении карабидоценозов городских парков г. Нижний Тагил, испытывающих незначительное рекреационное воздействие, и пригородной территории, были обнаружены небольшие различия в количестве видов жуужелиц (32-28 и 24 соответственно). Однако наблюдались значительные отличия в видовом составе карабидофауны участков (только в пригороде были обнаружены лесные виды *Agonum fuliginosum*, *Pterostichus mannerheimi*, *Carabus aeruginosus*, *Carabus schoenherri*).

2. Для всех городских парков характерно доминирование ограниченного количества видов жуужелиц (*Pterostichus melanarius* – 24-68 %, *Trechus secalis* – 20-33 %, *Pterostichus oblongopunctatus* – 13 %, *Poecilus versicolor* – 15 %, *Carabus granulatus* – 15-21 %, *Amara communis* – 10 %). На лесном участке отмечена наибольшая величина доминирования – 33 % (*Pterostichus oblongopunctatus*).

3. Изучение реакции населения жуужелиц городских парков на увеличение степени рекреационного воздействия показало, что последнее

приводит к снижению видового разнообразия сообществ (участок 1 – с 32 до 22 видов; участок 2 – с 28 до 8 видов).

4. Повышение степени рекреации приводит к смене состава видов – доминантов, а также к изменению степени доминирования отдельных видов. Так на участке 1, на смену *Pterostichus melanarius* (1997 г. – 49,5 %, 2004 г. – 10,8 %) приходит сорный вид *Amara ovata* (1997 г. – 9 %, 2003 г. – 48,3 %). На участке 2 в 1997 г. супердоминантами являются эвритопный *Pterostichus melanarius* (24 %), *Trechus secalis* (33 %), а также лесные *Carabus granulatus* (15 %) и *Pt. oblongopunctatus* (13 %). В 2002 г. доминантами становятся лугово-степные и полевые виды *Poecilus versicolor* (61,3 %), *Amara ovata* (16,65 %), *A. communis* (6,4 %).

5. Сравнение населения жуужелиц городских парков до и после рекреационного воздействия, выявило изменение соотношения классов жизненных форм в сторону снижения доли зоофагов (с 68 % до 59 % видового обилия на участке 1; с 70 % до 50 % на участке 2) и увеличения доли миксофитофагов (с 32 % до 41 % видового обилия на участке 1; с 30 % до 50 % на участке 2).

6. Динамика численности карабидофауны городских парковых территорий характеризуется наличием целого ряда подъемов численности при снижении их количества до одного, значительно превосходящего все остальные по величине, в случае усиления рекреационного воздействия. Как для городских, так и для пригородных участков, характерна зависимость общей сезонной динамики от динамики видов, имеющих значительную величину доминирования.

7. Наиболее значимым климатическим фактором, влияющим на сезонную динамику численности жуужелиц городских парков, является средняя температура воздуха. Многолетняя динамика численности в большей степени определяется величинами максимальной и минимальной температур, причем достаточно важны температуры не только текущего, но и предыдущего сезонов.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Семенова О. В. Видовой состав жуужелиц Нижнего Тагила / О. В. Семенова // Проблемы почв. зоологии: материалы докладов

I Всероссийского совещания. Сентябрь 1996. - Ростов-на-Дону, 1996. - С. 145–146.

2. Семенова О. В. К изучению жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Нижнего Тагила / О. В. Семенова // Успехи энтомологии на Урале. - Екатеринбург, 1997. - С. 197–198.

3. Семенова О. В. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) Нижнего Тагила / О. В. Семенова // Проблемы изучения биоразнообразия на популяционном и экосистемном уровне: материалы конф. молодых ученых. - Екатеринбург, 1997. - С. 204–208.

4. Семенова О. В. Сезонная динамика населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae) парковой зоны промышленного города / О. В. Семенова // Современные проблемы популяционной, исторической и прикладной экологии: материалы конф. молодых ученых. - Екатеринбург, 1998. - С. 257–258.

5. Семенова О. В. Фауна жужелиц антропогенных ландшафтов / О. В. Семенова // Развитие идей акад. С.С. Шварца в современной экологии: материалы конф. молодых ученых. - Екатеринбург, 1999. - С. 169–170.

6. Семенова О. В. Карабидофауна промышленного региона на примере г. Нижнего Тагила / О. В. Семенова // Ученые записки НТГПИ. Естественные науки. - Нижний Тагил, 2001. - Выпуск 4. - С. 126–129.

7. Семенова О. В. Изменение карабидофауны парковой зоны г. Нижнего Тагила под влиянием рекреационной нагрузки / О. В. Семенова // Ученые записки НТГСПА. Естественные науки. - Нижний Тагил, 2003. - С. 178–181.

8. Семенова О. В. Структура и динамика населения жужелиц парковой зоны крупного промышленного города / О. В. Семенова, Т. В. Земляная // Экология промышленного региона и экологическое образование: материалы НПК. - Нижний Тагил, 2004. - С. 167–171.

9. Семенова О. В. Характеристика карабидоценозов городских парковых территорий / О. В. Семенова // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды: материалы I Международной НПК. - Челябинск, 2006. - С. 151–152.

10. Семенова О. В. Влияние рекреационной нагрузки на структуру и динамику населения жужелиц парковой зоны г. Нижний Тагил / О. В. Семенова // Особь и популяция – стратегия жизни: материалы докладов IX Всероссийского популяционного семинара. - Уфа, 2006. - С. 330–334.

11. Семенова О. В. Структура населения жужелиц агроценоза пшеничного поля окрестностей Нижнего Тагила / О. В. Семенова // Проблемы биоэкологии и пути их решения (вторые Ржавитинские чтения): материалы Международной научной конференции. - Саранск, 2008. - С. 173–174.
12. Семенова О. В. Экология жужелиц в промышленном городе / О. В. Семенова // Экология. - 2008. - №6. - С. 468–474.

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 021301 от 02.07.98

Подписано в печать 06.11.2008. Формат 60 × 84 1/16. Гарнитура «Таймс».
Печать на ризографе (офсетная). Бумага для множительных аппаратов.
Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,5. Тираж 120 экз. Заказ № 177.

Оригинал-макет изготовлен в РИО НТГСПА.
Отдел издательских и множительных систем НТГСПА.
Адрес: 622031, г. Нижний Тагил, ул. Красногвардейская, 57